

# 安徽大学 2022-2023 学年第 2 学期

## 《半导体器件物理》期末考试试卷

(闭卷 时间 120 分钟)

考场登记表序号\_\_\_\_\_

题号	一	二	三	四	五	六	七	总分
得分								
阅卷人								

一、选择题：本题共 8 小题，每小题 5 分，共 40 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

- 以下关于外加电场的 pn 结说法正确的是 ( )
  - 由于内建电场，连接 n 区与 p 区可以得到连续电流
  - 平衡态下 pn 结的 n 区费米能级高于 p 区费米能级
  - 平衡态下 pn 结的 n 区费米能级等于 p 区费米能级
  - 平衡态下 pn 结的 n 区费米能级低于 p 区费米能级
- pn 结的势垒电容来自 ( )
  - 交流偏压下的多子漂移
  - 交流偏压下的耗尽区宽度变化
  - 交流偏压下的多子扩散
  - 直流偏压下的少子扩散
- pn 结的伏安关系中的  $I_s$  的主要来源是 ( )
  - 多子扩散
  - 少子漂移
  - 多子漂移
  - 少子扩散
- 二极管正向电流符合公式  $I \propto T^2 e^{-\frac{E_g}{kT}}$  ( )
  - 
  - 
  - $I_s$  随着温度的升高而变小
  -
- 金半接触时，金属的功函数大于半导体的功函数，下面说法正确的是 ( )
  - 电子从半导体流向金属，形成正的空间电荷区
  - 电子从金属流向半导体，形成负的空间电荷区
  - 空穴从半导体流向金属，形成负的空间电荷区
  - 空穴从金属流向半导体，形成正的空间电荷区
- 金半接触时，哪种接触具有整流特性 ( )
  - 欧姆接触
  - 肖特基接触
  - 中性接触
  - 任意接触

7. 对于双极型晶体管, 下面说法正确的是 ( )
- A. 基区宽度大, 掺杂浓度高                      B. 发射区掺杂浓度大于集电区掺杂浓度
- C. 基区掺杂浓度大于集电区掺杂浓度              D. 集电结面积大于发射结面积
8. 下列哪个不属于双极型晶体管的非理想效应 ( )
- A. 基区宽度调制效应                              B. 大注入效应
- C. 基区均匀掺杂效应                              D. 发射区电流集边效应
9. 工作于放大区的双极型晶体管, 当  $I_B$  从  $10\mu A$  增加到  $20\mu A$  时,  $I_C$  从  $1mA$  增加到  $3mA$ , 求  $\beta$  ( )
- A. 50                              B. 100                              C. 200                              D. 300
10. 双极型晶体管截至区的偏置条件是 ( )
- A.  $V_{BE} < 0, V_{CB} > 0$                               B.  $V_{BE} > 0, V_{CB} > 0$
- C.  $V_{BE} < 0, V_{CB} < 0$                               D.  $V_{BE} > 0, V_{CB} < 0$
11. 固定栅氧化层电荷增大对 n 型衬底 MOS 电容-电压特性曲线影响正确的是 ( )
- A. 向右平移                      B. 向左平移                      C. 变平滑                      D. 无影响
12. 记漏了
13. 记漏了
14. 亚阈值电流的产生条件 ( )
- A.  $V_{GS} \leq V_T$                       B.  $V_{GS} \geq V_T$                       C.  $V_{DS} < V_T$                       D.  $V_{DS} > V_{DS} - V_T$
15. 负电阻特性与哪种击穿最相关 ( )
- A. 氧化层击穿                      B. 雪崩击穿                      C. 准雪崩击穿                      D. 源漏穿通击穿

二、简答题: 本题共 6 小题, 共 70 分。解答应写出文字说明、证明过程或者演算步骤。

16. (12 分) 翻译题
- (1) Emitter Injection Efficiency
- (2) Forward Active
- (3) Current Crowding
- (4) Subthreshold
- (5) Channel conductance
- (6) Field Effect
17. (6 分) 什么是恒定电场等比例缩小效应
18. (6 分) 解释什么是厄利效应
19. (6 分) 简述什么是平带电压? MOS 结构中平带电压不等于零的原因是什么?
20. (9 分) 分别绘出均匀掺杂的 npn 双极型晶体管在饱和, 正向有源和截止区的少子浓度分布图并对每条线加标注
21. (7 分) 对于 P 型衬底 MOS, 画出半导体表面处于积累状态时, 衬底半导体的能带图以及画出该 MOS 结构的电荷分布块图

三、计算题：本题共 3 小题，共 24 分。

22. 一个硅基  $n^+ - p - n$  晶体管的发射区和集电区两侧的掺杂是突变的。其发射区，基区，集电区的杂质分别为  $10^{19}, 3 \times 10^{16}, 5 \times 10^{15}$

- (1) 设基区宽度为  $0.5\mu m$ ，求集电结穿通电压（忽略内建电势差）
- (2) 若截至频率主要受少子穿过基区的渡越时间限制，求零偏压下共基极共发射极的电流截至频率， $e = 1.6 \times 10^{-19} C, \epsilon_s = 11.9 \times 8.85 \times 10^{-14} F/cm$ ，共基极电流增益  $\alpha = 0.99$ ，300k 下电子扩散系数  $D_n = 35 cm^2/s$

23. 一个 NMOS 晶体管工作在饱和区， $L = 1\mu m$ ， $W = 10\mu m$ ， $W = 10\mu m, \mu_n = 800 cm^2/v \cdot s$ ， $C_{ox} = 10^{-8} F/cm^2$ ， $V_t = 0.5V$ ， $V_{DS} = 0.5V$ ， $V_{GS} = 1.5V$ ， $v_{sat} = 5 \times 10^6$

- (1) 计算速度饱和时的  $I_D$
- (2) 计算速度饱和时的  $g_m(sat)$  和截至频率  $f_T$

24. PMOS,  $N_a = 10^{16} cm^{-3}$ ,  $t_{ox} = 10 nm$ ,  $Q'_{ss} = 7 \times 10^{10} cm^{-2}$ ,  $p^+$  多晶硅与半导体功函数差  $\Phi_{ms} = 0.2V$

- (1) 求阈值电压
- (2)  $k'_n = 0.2 mA/V$ ， $\frac{W}{L} = 10$ ,  $V_{GS} = 2V$ ,  $V_{SB} = 0$ ,  $V_{DS} = 4V$ ，求  $I_D$